

WO 01/44821 A1



(81) États désignés (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) États désignés (*régional*): brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

- Avec rapport de recherche internationale.
- Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

SONDE POUR AERONEF

L'invention a pour objet une sonde pour aéronef, permettant de mesurer notamment la température totale de l'écoulement d'air entourant l'aéronef.

La mesure de la température totale trouve son utilité pour
5 déterminer la vitesse réelle de l'aéronef. En effet d'autres capteurs appartenant à l'aéronef permettent de mesurer la pression totale P_t et la pression statique P_s de l'aéronef. La connaissance de ces deux pressions P_t et P_s permettent de déterminer le nombre de mach M de l'aéronef par la formule suivante

10

$$M = \sqrt{5 \left[\left(\frac{P_t}{P_s} \right)^{2/7} - 1 \right]} \quad (1)$$

Par ailleurs le nombre de mach M représente le rapport entre la vitesse réelle de l'aéronef et la vitesse du son. Or la vitesse du son V_s
15 dépend de la température T_s de l'air entourant l'aéronef.

$$V_s = \sqrt{\gamma \cdot r \cdot T_s} \quad (2)$$

où γ est une constante voisine de 1,4

20 r est la constante des gaz parfaits

T_s est la température statique de l'air, exprimée en degrés Kelvin.

La température statique T_s est la température de l'air à vitesse nulle. Cette température est très difficile à mesurer à bord d'un aéronef. Il faudrait placer un capteur de température placé au fond d'un trou
25 sensiblement perpendiculaire à la peau de l'aéronef dans une zone où la peau est sensiblement parallèle à l'écoulement d'air. Ce capteur de température serait notamment perturbé par la température de la peau qui risquerait d'altérer la mesure de température statique. On préfère donc mesurer la température totale T_t de l'écoulement d'air en plaçant le capteur
30 de température dans l'écoulement d'air. Par l'équation (3) on peut retrouver la température statique T_s

$$T_t = (1 + 0,2 M^2) T_s \quad (3)$$

Tout ceci permet de déterminer la vitesse réelle de l'aéronef en fonction de la température totale T_t , de la pression totale P_t et de la pression statique P_s de l'écoulement d'air entourant l'aéronef.

On connaît des sondes de mesure de température totale fixées sur la peau de l'aéronef. Ces sondes prévoient qu'une partie de l'écoulement d'air entourant l'aéronef lèche un capteur de température. Lorsque l'incidence de l'aéronef par rapport à l'écoulement d'air l'entourant est modifiée, la partie de l'écoulement d'air léchant le capteur de température est perturbée ce qui altère la mesure de température totale T_t . Ceci prend d'autant plus d'importance que, c'est lorsque l'aéronef a une incidence importante qu'on a besoin de connaître sa vitesse avec précision.

L'invention a pour but d'améliorer la précision de la mesure de température totale T_t notamment lorsque l'incidence de l'aéronef par rapport à l'écoulement d'air l'entourant est forte.

Pour atteindre ce but, l'invention a pour objet une sonde pour aéronef, caractérisée en ce qu'elle comporte une palette mobile destinée à s'orienter dans l'axe d'un écoulement d'air entourant la palette mobile et fixée à la palette mobile, des moyens pour mesurer la température totale de l'écoulement d'air.

Dans un mode de réalisation particulier de l'invention dans une même sonde, fixés à une palette mobile de la sonde on regroupe :

- des moyens pour mesurer la température totale de l'écoulement d'air ;
- des moyens pour mesurer la pression totale de l'écoulement d'air ;
- des moyens pour mesurer la pression statique de l'écoulement d'air ;
- des moyens pour mesurer l'incidence de l'aéronef.

Le regroupement de ces différents moyens de mesure permet de déterminer de façon complète le module et la direction du vecteur vitesse de l'aéronef au moyen d'une seule sonde. Ce regroupement permet en outre de réduire le nombre d'ouvertures réalisées dans la peau de l'aéronef.

L'invention sera mieux décrite et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description d'un mode de réalisation particulier de l'invention illustré par le dessin joint dans lequel :

- la figure 1 représente une sonde comportant :
- 5 - des moyens pour mesurer la température totale de l'écoulement d'air ;
- des moyens pour mesurer la pression totale de l'écoulement d'air ;
- 10 - des moyens pour mesurer la pression statique de l'écoulement d'air ;
- des moyens pour mesurer l'incidence de l'aéronef.

La sonde représentée figure 1 comporte une palette mobile 1 en rotation autour d'un axe 2. La palette 1 comporte une aile 3 possédant un plan de symétrie, parallèle au plan de la figure et séparant l'intrados de l'extrados. Le profil de l'aile 3 perpendiculairement à son bord d'attaque 4 est par exemple du type OOZT du N.A.C.A. Dans l'exemple représenté, le bord d'attaque 4 est sensiblement rectiligne et incliné par rapport à l'axe 2. Il est bien entendu que d'autres formes d'ailes peuvent être utilisées pour mettre en œuvre l'invention. La palette 1 comporte également un arbre 5 d'axe 2 qui pénètre à l'intérieur de la peau 6 d'un aéronef. L'arbre 5 est mobile en rotation par rapport à l'aéronef par exemple au moyen d'un palier 7 à roulement.

Du fait la forme de l'aile 3, la palette 1 s'oriente naturellement dans l'axe de l'écoulement d'air entourant la palette mobile 1. L'axe de l'écoulement est matérialisé par la flèche 8 représenté sur la figure 1.

La palette mobile 1 comporte en outre des moyens pour mesurer la température totale de l'écoulement d'air.

Avantageusement ces moyens comportent deux canaux dont un premier canal 10 comprenant un orifice d'entrée 11 faisant sensiblement face à l'écoulement d'air d'axe 8 lorsque la palette mobile 1 est orientée dans l'axe 8 de l'écoulement d'air. Le premier canal 10 comprend également un orifice de sortie 12 permettant à de l'air se trouvant dans le premier canal 10 de s'échapper en suivant la direction de l'axe 8. Des particules susceptibles de circuler dans le premier canal 10 s'échappent sans venir en contact avec

un capteur de température dont la position sera décrite ultérieurement. Ces particules sont par exemple formées de gouttes d'eau ou de poussières.

Le deuxième canal 13 comprenant des moyens pour mesurer la température totale de l'écoulement d'air comporte un orifice d'entrée 14 s'ouvrant dans le premier canal 10. Le deuxième canal 13 est par exemple sensiblement perpendiculaire au premier canal 10. Une partie de l'air circulant dans le premier canal 10, pénètre dans le second canal 13 par l'orifice d'entrée 14 et s'échappe du second canal 13 par un orifice de sortie 15 s'ouvrant sur l'extérieur vers l'arrière de la palette mobile 1.

Les moyens pour mesurer la température totale de l'écoulement d'air comportent en outre un capteur de température 16 situé à l'intérieur du deuxième canal 13. Le capteur de température 16 comporte par exemple un fil à base de platine bobiné formant une résistance électrique dont la valeur est variable en fonction de sa température. Le capteur de température 16 est fixé dans le deuxième canal 13 de façon à éviter au maximum tous transferts thermiques entre la structure du deuxième canal 13 et le capteur de température 16.

Les deux canaux 10 et 13 sont agencés de façon à ce que de l'air provenant de l'écoulement d'axe 8 circule dans le second canal 13 à faible vitesse. Cette vitesse doit être très inférieure à la vitesse du son dans l'écoulement tout en étant non nulle afin d'éviter que le capteur de température 16 ne prenne la température de la structure de la palette mobile 1 et notamment la température de la structure des deux canaux 10 et 13.

En effet lorsque l'aéronef vole en haute altitude la température de l'écoulement d'air peut être bien inférieure à zéro degrés Celsius ce qui entraîne un risque de formation de givre sur la palette mobile 1. Le givre peut notamment obstruer ces canaux 10 et 13 et donc empêcher toute mesure correcte de température.

Pour éviter la formation de givre, la palette mobile 1 comporte des moyens de dégivrage comprenant par exemple une résistance électrique chauffante disposée dans la structure de la palette. Ces moyens de dégivrage réchauffent la palette mobile 1 et par conséquent l'air qui circule dans les deux canaux 10 et 13. Pour éviter que le réchauffement d'air ne perturbe la mesure de température, on prévoit des orifices 17 d'évacuation de la couche limite de l'air circulant dans les deux canaux 10 et 13.

Avantageusement la sonde comporte en outre des moyens pour mesurer la pression totale et la pression statique de l'écoulement d'air ainsi que l'incidence de l'aéronef.

Les moyens pour mesurer la pression totale comportent par exemple une prise de pression totale P_t comprenant un troisième canal 20 s'ouvrant, comme le premier canal 10, par un orifice 21 faisant sensiblement face à l'écoulement d'air d'axe 8. Ce troisième canal 20 est mieux connu sous le nom de tube de Pitot.

Les moyens pour mesurer la pression statique P_s comportent par exemple deux prises de pression statique 22 et 23, située chacune sur une des faces de la palette mobile 1. Sur la figure 1 seule la prise de pression 22 est visible. La prise de pression 23 est placée sur la face invisible de la palette mobile 1, de façon sensiblement symétrique à la prise de pression 22 par rapport au plan de symétrie de l'aile 3. Ce plan de symétrie est parallèle au plan de la figure 1. Chaque prise de pression 22 et 23 peut comporter plusieurs orifices, trois sont représentés sur la figure 1, afin notamment de limiter la section de chaque orifice pour moins perturber l'écoulement d'air entourant la palette mobile 1 ou encore d'être en mesure de réaliser la mesure de pression même si l'un des orifices venait à être obstrué. Les deux prises de pression statiques 22 et 23 sont en communication avec une chambre située à l'intérieur de la palette afin de moyenner la pression entre les deux prises 22 et 23.

Les moyens pour mesurer l'incidence de l'aéronef comportent par exemple deux prises de pression d'incidence 24 et 25 situées, comme pour les prises de pression statique 22 et 23, sur une des faces de la palette également de façon sensiblement symétrique par rapport au plan de symétrie de l'aile 3. Les prises de pression d'incidence 24 et 25 ne sont pas en communication et c'est la différence entre les pressions régnant au niveau de chaque prise 24 et 25 qui permet de déterminer l'incidence exacte de la palette mobile 1 et par conséquent celle de l'aéronef. Afin d'améliorer la sensibilité de la mesure d'incidence, on peut placer les prises de pression 24 et 25 au voisinage immédiat du bord d'attaque 4 de la palette mobile 1.

L'utilisation des informations issues des différentes prises de pression totale, statique et d'incidence est par exemple décrite dans le brevet français FR 2 665 539 déposé le 3 août 1990 au nom de la Demanderesse.

Ce brevet décrit notamment l'asservissement de la position angulaire de la palette mobile 1 autour de son axe 2 afin que l'aile 3 de la palette mobile 1 soit alignée au mieux dans l'axe 8 de l'écoulement d'air.

L'orientation, ainsi améliorée, de la palette mobile 1 permet notamment de
5 maîtriser encore mieux la circulation des flux d'air dans les canaux 10 et 13.

REVENDICATIONS

1. Sonde pour aéronef, caractérisée en ce qu'elle comporte une palette mobile (1) destinée à s'orienter dans l'axe (8) d'un écoulement d'air entourant la palette mobile (1) et, fixé à la palette mobile, des moyens (10, 13, 16) pour mesurer la température totale de l'écoulement d'air.

5

2. Sonde selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens pour mesurer la température totale comportent :

- un premier canal (10) comprenant un orifice d'entrée (11) d'air faisant sensiblement face à l'écoulement d'air et un orifice de sortie (12) d'air ;

10

- un second canal (13) dont l'entrée (14) d'air est située dans le premier canal (10) ;

- un capteur de température (16) fixé dans le second canal (13).

15

3. Sonde selon la revendication 2, caractérisée en ce que le second canal (13) est sensiblement perpendiculaire au premier canal (10).

4. Sonde selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisée en ce que les deux canaux (10, 13) comportent une pluralité d'orifices (17) permettant d'évacuer vers l'extérieur de la sonde, la couche limite de l'air circulant dans les canaux (10, 13).

20

5. Sonde selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre, fixé à la palette mobile (1) :

25

- des moyens (20) pour mesurer la pression totale de l'écoulement d'air ;

- des moyens (22, 23) pour mesurer la pression statique de l'écoulement d'air ;

- des moyens (24, 25) pour mesurer l'incidence de l'aéronef.

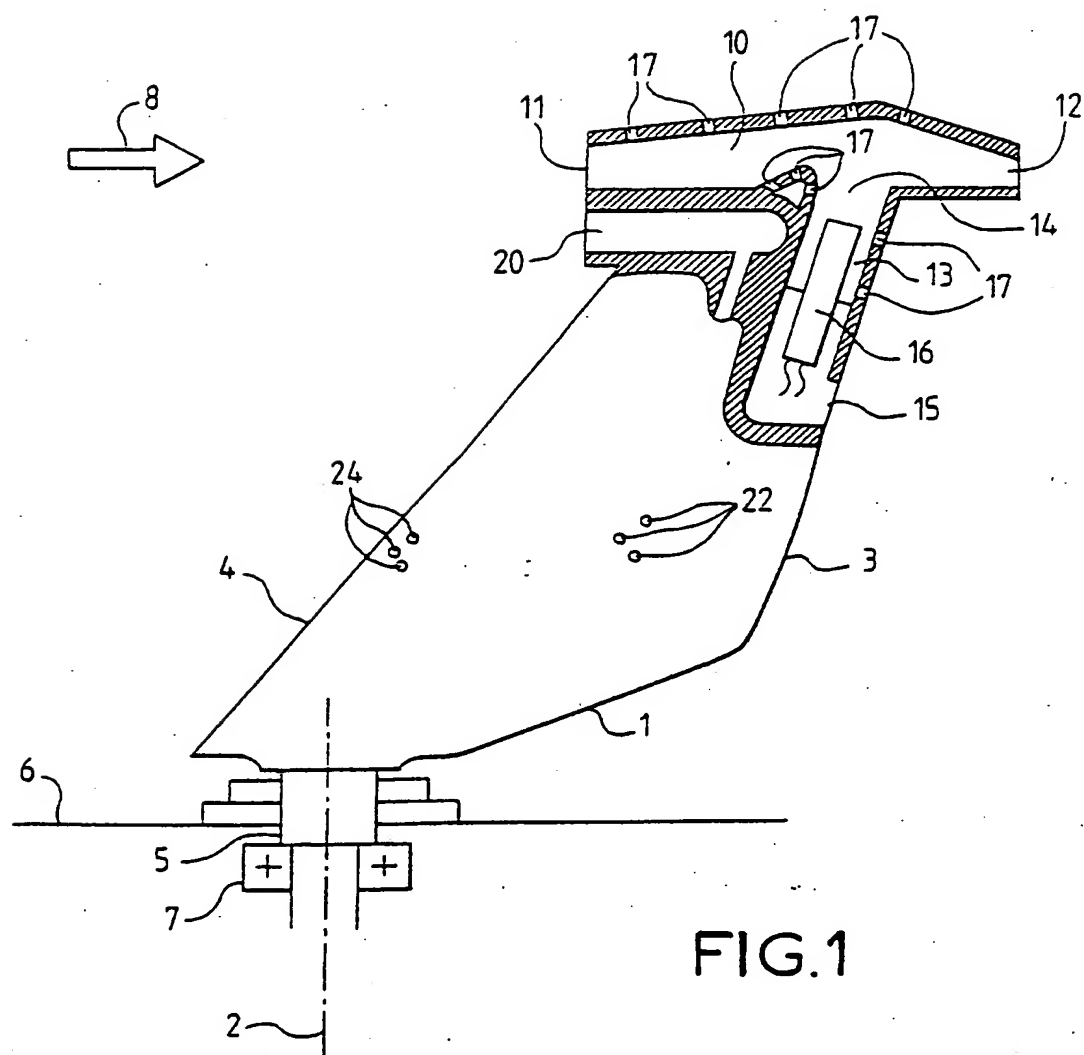
30

6. Sonde selon la revendication 5, caractérisée en ce que les moyens pour mesurer l'incidence de l'aéronef comportent deux prises de pression d'incidence (24, 25) située chacune sur une des faces de la palette mobile (1) sensiblement de façon symétrique par rapport à un plan de

symétrie de la palette mobile (1), et en ce que l'orientation de la palette mobile par rapport à la direction de l'écoulement est asservie en rendant sensiblement égales les pressions relevées au niveau des deux prises de pression d'incidence (24, 25).

5

10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 00/03488

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01P13/02 G01P5/165 G01K13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01P G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 672 846 A (CABOT LOUIS ET AL) 16 June 1987 (1987-06-16) column 2, line 8 - line 48; figures ---	1-5
Y	WO 95 08122 A (GOODRICH CO B F) 23 March 1995 (1995-03-23) abstract page 5, line 25 -page 6, line 4 page 6, line 30 -page 7, line 22 ---	1-5
A	US 5 025 661 A (MCCORMACK WILLIAM H) 25 June 1991 (1991-06-25) column 3, line 1 - line 54 column 5, line 23 - line 42 column 7, line 15 - line 62; figures 1A-5A --- -/--	1,2,5

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 April 2001

Date of mailing of the international search report

23/04/2001

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pflugfelder, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. National Application No.

PCT/FR 00/03489

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 5 257 536 A (LEBLOND HENRI ET AL) 2 November 1993 (1993-11-02) abstract</p> <p>-----</p>	6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In: International Application No

PCT/FR 00/0348

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4672846 A	16-06-1987	FR 2569848 A	07-03-1986
		CA 1305871 A	04-08-1992
		DE 3566740 D	12-01-1989
		EP 0176405 A	02-04-1986
		WO 8601606 A	13-03-1986
		JP 61251731 A	08-11-1986
		JP 6068498 B	31-08-1994
		JP 62500318 T	05-02-1987
WO 9508122 A	23-03-1995	CN 1131464 A, B	18-09-1996
		DE 69419763 D	02-09-1999
		DE 69419763 T	06-04-2000
		EP 0719416 A	03-07-1996
		JP 2843680 B	06-01-1999
		JP 9504102 T	22-04-1997
		RU 2137140 C	10-09-1999
		US 5731507 A	24-03-1998
US 5025661 A	25-06-1991	NONE	
US 5257536 A	02-11-1993	FR 2665539 A	07-02-1992
		DE 69108135 D	20-04-1995
		DE 69108135 T	19-10-1995
		EP 0469991 A	05-02-1992

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Date internationale No

PCT/FR 00/03488

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01P13/02 G01P5/165 G01K13/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01P G01K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 4 672 846 A (CABOT LOUIS ET AL) 16 juin 1987 (1987-06-16) colonne 2, ligne 8 - ligne 48; figures	1-5
Y	WO 95 08122 A (GOODRICH CO B F) 23 mars 1995 (1995-03-23) abrégé page 5, ligne 25 -page 6, ligne 4 page 6, ligne 30 -page 7, ligne 22	1-5
A	US 5 025 661 A (MCCORMACK WILLIAM H) 25 juin 1991 (1991-06-25) colonne 3, ligne 1 - ligne 54 colonne 5, ligne 23 - ligne 42 colonne 7, ligne 15 - ligne 62; figures 1A-5A	1,2,5
	--- -/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

E document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

L document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

O document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

P document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

10 avril 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

23/04/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Pflugfelder, G

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De l'ide internationale No

PCT/FR 00/03489

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 5 257 536 A (LEBLOND HENRI ET AL) 2 novembre 1993 (1993-11-02) abrégé</p>	6

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de famille de brevets

De l'ide internationale No

PCT/FR 00/03489

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date publication
US 4672846 A	16-06-1987	FR 2569848 A	07-03-1986
		CA 1305871 A	04-08-1992
		DE 3566740 D	12-01-1989
		EP 0176405 A	02-04-1986
		WO 8601606 A	13-03-1986
		JP 61251731 A	08-11-1986
		JP 6068498 B	31-08-1994
		JP 62500318 T	05-02-1987
WO 9508122 A	23-03-1995	CN 1131464 A, B	18-09-1996
		DE 69419763 D	02-09-1999
		DE 69419763 T	06-04-2000
		EP 0719416 A	03-07-1996
		JP 2843680 B	06-01-1999
		JP 9504102 T	22-04-1997
		RU 2137140 C	10-09-1999
		US 5731507 A	24-03-1998
US 5025661 A	25-06-1991	AUCUN	
US 5257536 A	02-11-1993	FR 2665539 A	07-02-1992
		DE 69108135 D	20-04-1995
		DE 69108135 T	19-10-1995
		EP 0469991 A	05-02-1992